

Gas bag arrangement for vehicle occupant restraint system, has gas bag for protection of passenger, and vehicle structure for increasing friction between gas bag and passenger in case of collision

Publication number: DE10024924 (A1)

Publication date: 2001-11-29

Inventor(s): FASCHINGER WOLFGANG [DE] +

Applicant(s): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE] +

Classification:

- international: H01L33/28; H01S5/327; H01S5/347; H01L33/00; H01S5/02; H01L33/00; H01S5/00; (IPC1-7): H01S5/347

- European: H01L33/28; H01S5/327; H01S5/347; Y01N10/00

Application number: DE20001024924 20000519

Priority number(s): DE20001024924 20000519

Also published as:

WO0189046 (A1)

US2004012010 (A1)

US7259404 (B2)

JP2003533898 (T)

EP1284038 (A1)

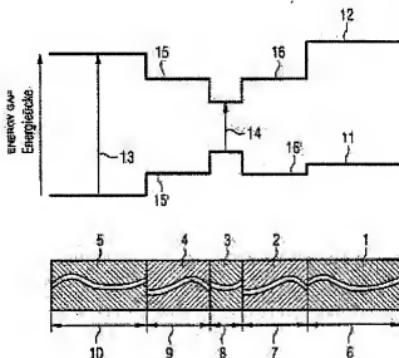
Cited documents:

US5422902 (A)

WO9415369 (A1)

Abstract of DE 10024924 (A1)

The invention relates to a light emitting semiconductor component comprising a number of layers which are essentially composed of elements of groups II and VI of the periodic table, which are produced through epitaxy on a substrate, preferably InP and which include a p-doped covering layer and an n-doped covering layer having grid constants corresponding to those of the substrate. The layers also include an undoped active layer situated between the two covering layers and forming, in co-operation with the neighbouring layers, a quantum well structure, whereby the grid constant of the active layer is smaller than that of the neighbouring layers. The gas bag arrangement has gas bag (1) for protection of a passenger (2), and vehicle structure for increasing friction between the gas bag and the passenger in case of collision. The vehicle structure enables the gas bag to come into contact of the passenger in the case of collision.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide



⑩ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 24 924 A 1**

⑩ Int. Cl. 7:
H 01 S 5/347

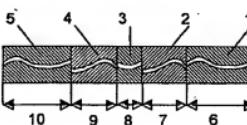
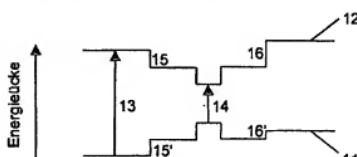
DE 100 24 924 A 1

⑩ Aktenzeichen: 100 24 924.8
⑩ Anmeldetag: 19. 5. 2000
⑩ Offenlegungstag: 29. 11. 2001

⑩ Anmelder:	OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co. oHG, 93049 Regensburg, DE	CAVUS,A., et.al.: ZnCdSe/ZnCdMgSe quantum wells on InP substrates for visible emitters. In: Appli. Phys. Lett. 68 (24), 10. June 1996, S.3446-3448; FERREIRA,S.O., et.al.: Room temperature blue electroluminescence from the ZnMgCdSe quaternary system. In: Journal of Crystal Growth 159, 1996, S.640-643; NANIWA,Koichi, et.al.: MBE growth of ZnCdSe and MgZnCdSe alloys on InP substrates with a GaInAs buffer-layer. In: Journal of Crystal Growth 159, 1996, S.36-40;
⑩ Vertreter:	Epping, Hermann & Fischer, 80339 München	NOMURA,ichiro, et.al.: Novel ZnCdSe/MgZnCdSe compound system grown on InP substrates by MBE and the theoretical investigation of 550-640 nm range ZnCdSe/MgZnCdSe lasers. In: Journal of Crystal Growth 159, 1996, S.11-15;
⑩ Erfinder:	Feschinger, Wolfgang, Prof.Dr., 97204 Höchberg, DE	HUANG,W., JAIN,F.C.: Optical gain due to excitonic transitions in ZnCdSe/ZnMgSSe strained layer quantum well blue-green lasers: Prediction of low threshold under tensile strain. In: Appli. Phys. Lett. 66 (13), 27. March 1995, S.1586-1598;
⑩ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:	US 54 22 902 WO 94 15 369 A1 ZENG,L., et.al.: Red-green-blue photopumped lasing from ZnCdMg _{1-x} Se quantum well laser structures grown on InP. In: Applied Physics Letters, Vol 72, No.24, 15. June 1998, S.3136- S.3138; ZENG,L., et.al.: Quality improvements of Zn _x Cd _{1-x} Mg _{1-x} Se layers grown on InP substrates by a thin ZnCdSe interfacial layer. In: Applied Physics Letters, Vol.72, No.11, 16. March 1998, S.1317-1319;	

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑩ Licht emittierendes Halbleiterbauelement
⑩ Licht emittierendes Halbleiterbauelement mit einer An-
zahl von Schichten, die überwiegend aus Elementen der
Gruppe II und VI des Periodensystems bestehen, auf ei-
nem Substrat, vorzugsweise aus InP, epitaktisch aufge-
bracht sind und eine p-dotierte Deckschicht und eine
n-dotierte Deckschicht aufweisen, deren Gitterkonstanten
der des Substrates entsprechen, und eine zwischen diesen
beiden Schichten liegende undotierte aktive Schicht ent-
halten, welche in Zusammenwirkung mit ihren Nachbar-
schichten eine Quantentrog-Struktur bildet, wobei die
Gitterkonstante der aktiven Schicht kleiner als die der
Nachbarschichten ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Licht emittierendes Halbleiterbauelement mit einer Anzahl von Schichten, die überwiegend aus Elementen der Gruppe II und VI des Periodensystems bestehen. Die Schichten sind auf einem Substrat, vorzugsweise aus InP, epitaktisch aufgebracht und weisen eine p-dotierte Deckschicht und eine n-dotierte Deckschicht auf, deren Gitterkonstanten der des Substrats entsprechen. Zwischen beiden Schichten liegt eine undotierte aktive Schicht, die in Zusammenwirkung mit ihren Nachbarschichten eine Quantentrog-Struktur bildet.

[0002] Halbleiterbauelemente mit Quantentrog-Struktur werden in weiten Bereichen der Technik eingesetzt. Sie finden Anwendung als Leuchtdiode, beispielsweise zur Signalisierung von verschiedenen Betriebszuständen, oder als Laserdiode, z. B. bei der optischen Aufzeichnung oder Wiedergabe von Bild und Ton auf Trägermaterial, Laserdruckern, medizinischen Lasergeräten oder der Materialbearbeitung. Laserdioden dieses Typs zeichnen sich durch einen niedrigen Schwellenstrom, hohe Ausgangsleistung und niedrige Strahldivergenz aus. Diese Eigenschaften führen dazu, daß Licht emittierende Halbleiterbauelemente mit einer Quantentrog-Struktur eine bevorzugte Stellung bei Anwendung und Entwicklung einnehmen.

[0003] Technisch cinszutable Halbleiterbauelemente mit Quantentrog verwenden Elemente aus der Gruppe III und V des Periodensystems. Sie basieren auf den Werkstoffen Galliumarsenid (GaAs), Galliumaluminumarsenid (GaAlAs) und Galliumnitrid (GaN). Das durch diese Bauelemente erzeugte Licht liegt in den Spektralbereichen infrarot, gelb und violet.

[0004] Durch die Entwicklung von Verfahren zur p-Dotierung von Zinkselenid (ZnSe) mit Hilfe von Stickstoff-Plasma haben Halbleiterbauelemente, deren Schichten überwiegend aus Elementen der Gruppe II und VI des Periodensystems aufgebaut sind, großes Interesse in Forschung und Entwicklung gewonnen, da sie den bisher fehlenden Spektralbereich von grün bis blau abdecken würden. Dieser Spektralbereich ist auch deshalb interessant, weil Licht dieser Wellenlängen den Vorteil einer hohen Auflösung bietet, die – aufgrund der durch Beugung bedingten Auflösungsgrenze – umso größer ausfällt, je kürzer die Wellenlänge ist.

[0005] Bekannte Lösungen für Laserdioden, die aus Elementen der Gruppe II und VI des Periodensystems aufgebaut sind, enthalten in der Regel ZnSe in der p-dotierten Schicht. Ein Vorschlag für einen im grünen Spektralbereich arbeitenden Halbleiterbauelement dieses Typs weist beispielsweise folgende Schichten auf:

n-dotierte Deckschicht	n-ZnMgSSe	dotiert mit Cl
30 Wellenleiterschicht	ZnSSe	
aktive Schicht	ZnCdSe	undotiert
Wellenleiterschicht	ZnSSe	
35 p-dotierte Deckschicht	p-ZnMgSSe	dotiert mit N

[0006] Die Schichten sind auf einem Substrat aus GaAs aufgebracht. Ihre Gitterkonstanten entsprechen der des Substrats mit Ausnahme der aktiven Schicht, die eine Gitterkonstante größer als die des Substrats aufweist. Halbleiterbauelemente dieser Bauart zeigen jedoch einen gravierenden Nachteil. Unter technischen Betriebsbedingungen bilden sich nach kurzer Zeit „Dunkellinien-Defekte“. Hierunter versteht man die Ausbildung von Licht absorbiierenden Bereichen in der aktiven Schicht und den angrenzenden Schichten. Ihr Entstehen führt zu einem drastischen Leistungsabfall des Halbleiterbauelementes. Die Einsatzdauer von Bauelementen dieser Art ist daher auf kurze Zeitspannen eingeschränkt.

[0007] Ein Vorschlag entsprechend Applied. Physics. Letters, Vol 68, June 1996 verwendet InP als Substrat und folgenden Schichtenaufbau:

n-dotierte Deckschicht	n-ZnMgCdSe	dotiert mit Cl
Wellenleiterschicht	ZnMgCdSe	
50 aktive Schicht	ZnCdSe	undotiert
Wellenleiterschicht	ZnMgCdSe	
p-dotierte Deckschicht	p-ZnMgCdSe	dotiert mit N,

55 wobei die Gitterkonstante der aktiven Schicht gleich der der Nachbarschichten und der des Substrats entspricht. Als Nachteil dieses Aufbaus gegenüber dem erläuterten hat sich gezeigt, daß die Dotierung mit Stickstoff bei dieser Zusammensetzung der p-dotierten Schicht nur zu geringen Akzeptor-Konzentrationen führt, so dass bisher keine Elektrolumineszenz demonstriert werden konnte.

[0008] Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, diesen Nachteil abzuwenden und dem Bedarf nach einem Licht emittierenden Halbleiterbauelement zu entsprechen, das Licht im Spektralbereich grün bis blau zur Verfügung stellt und gleichzeitig eine hohe Lebensdauer aufweist.

[0009] Ausgehend von einem Lichtemittierenden Halbleiterbauelement, das aus einer Anzahl von Schichten aufgebaut ist, die überwiegend aus Elementen der Gruppe II und VI des Periodensystems bestehen, und eine p-dotierte Deckschicht und eine n-dotierte Deckschicht aufweisen, deren jeweilige Gitterkonstante der des Substrats entspricht, und eine zwischen beiden Schichten liegende undotierte aktive Schicht enthalten, welche in Zusammenwirkung mit ihren Nachbarschichten eine Quantentrog-Struktur bildet, wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Gitterkonstante der aktiven Schicht kleiner als die der Nachbarschichten ausgebildet ist.

DE 100 24 924 A 1

[0010] Infolge der unterschiedlichen Gitterkonstanten zwischen aktiver Schicht und deren Nachbarschichten entsteht innerhalb der aktiven Schicht eine Zugspannung. Diese Zugspannung führt zu einer erheblichen Vergrößerung der Lebensdauer des Halbleiterbauelementes. Unter technischen Betriebsbedingungen werden Lebensdauern erreicht, die gegenüber dem Stand der Technik mit vergleichbarer Dichte makroskopischer Defekte um wenigstens 3 Größenordnungen höher liegen.

[0011] Die erzielte Leistungssteigerung bei Halbleiterbauelementen entsprechend der vorliegender Erfahrung beruht auf der Erkenntnis, daß der drastische Leistungsaufschluß bei bekannten Halbleiterbauelementen aus Elementen der Gruppe II und VI des Periodensystems prinzipielle Ursachen thermodynamischer Natur hat. Diese Zusammenhänge erkannt zu haben, ist ein Verdienst vorliegender Erfindung. Anhand des o. g. Schichtenaufbaus von bekannten Halbleiterbauelementen sollen die Ursachen kurz dargelegt werden.

[0012] Die p-Dotierung von ZnSe mittels Stickstoff führt zu einem instabilen Stickstoffakzeptor. Er zerfällt in einen stabilen Komplex $(N - V_{se})^{2+}$, bestehend aus einem Zwischengitter-Stickstoffatom N1 und einer Selenereste V_{se} . Dieser Komplex ist positiv geladen und diffundiert insbesondere bei Betrieb des Halbleiterbauelementes in den Quantentrog-Bereich der aktiven Zone. Dort werden diese Komplexe eingefangen, angesammelt und führen bei höherer Konzentration schließlich zu den Dunkellinien-Defekten.

[0013] Der Einfangvorgang wird durch die mechanische Spannung zwischen der aktiven Schicht und den Nachbarschichten gesteuert. Da das ZnCdSe der aktiven Schicht eine größere Gitterkonstante als das ZnSe der Nachbarschicht hat, weist die aktive Schicht eine Druckverspannung gegenüber ihren beiden Nachbarschichten auf. Die Druckverspannung in der aktiven Zone bekannter Laserdioden, die aus Elementen der Gruppe II und VI des Periodensystems aufgebaut sind, beginnt jedoch das Einfangen von Leerstellen, da dieser Vorgang zu einer Verringerung der Gitterkonstanten und damit zu einer Abnahme der durch Spannung bedingten Energie führt. Nach den Gesetzen der Thermodynamik ist dieser Zustand, der energetisch kleiner ist als der vor dem Einfangvorgang, der stabile Zustand von beiden.

[0014] Der Einfangvorgang läßt sich daher verhindern, wenn man aktive Schicht und Nachbarschichten so ausbildet, daß eine Zugspannung zwischen ihnen herrscht. In diesem Fall bewirkt die Spannung ein Zurückdrängen von Leerstellen, wodurch die Ausbildung von Dunkellinien-Defekten vermieden wird.

[0015] Eine bevorzugte Ausführungsform des erfundungsgemäßen Halbleiterbauelementes, weist folgenden Schichtenaufbau auf:

Schicht	Zusammen-Setzung	Dotierung	Gitterkonstante	
p-dotierte Deckschicht	p-ZnMgTeSe	dotiert mit N	\approx InP	30
aktive Schicht	ZnCdSe	undotiert	$<$ InP	35
n-dotierte Deckschicht	n-ZnMgCdSe	dotiert mit Cl	\approx InP	40
Substrat	InP		$=$ InP	45

[0016] Die einzelnen Schichten des Halbleiterbauelementes sind auf einem Substrat aus InP aufgebracht und weisen eine p-dotierte Deckschicht, eine n-dotierte Deckschicht und eine dazwischen liegende undotierte aktive Schicht auf. Als Verfahren zum Aufbringen der Schichten wird MBE (molecular beam epitaxy) angewandt. Klarzustellen ist, daß die Dotierung der p-Schicht mit Stickstoffplasma, die der n-Schicht mit Zinkchlorid durchgeführt werden kann, jedoch nicht zwangsläufig gefordert werden muß.

[0017] Aus der Übersicht lassen sich auch die Elemente – überwiegend Elemente der Gruppe II und VI des Periodensystems – entnehmen, aus denen die einzelnen Schichten aufgebaut sind.

[0018] Diese Auswahl der Elemente stellt sicher, daß zwischen aktiver Schicht und Nachbarschichten eine Zugspannung vorherrscht, die die Gitterkonstante von ZnCdSe kleiner ist als die von ZnMgTeSe bzw. ZnMgCdSe.

[0019] In Abweichung zum Stand der Technik weisen die p- und n-dotierte Deckschicht unterschiedliche chemische Zusammensetzungen auf. Neben den in beiden Schichten gemeinsam vertretenen Elementen ZnMgSe weist die n-dotierte Schicht Cd, die n-dotierte Schicht dagegen stattdessen Te auf.

[0020] Dem Te in der p-dotierten Schicht kommt dabei nicht nur die Rolle zu, die Gitterkonstanten von aktiver Schicht und Nachbarschichten auf eine definierte Differenz einzustellen und damit Leerstellen von der aktiven Schicht fernzuhalten, sondern auch die Bildung von Leerstellen aktiv zu verhindern.

[0021] Rechnungen und Experimente haben nämlich gezeigt, daß bei Halbleiterbauelementen, deren p- und n-dotierte Schichten ZnSe enthalten, durch Einbringen von beispielsweise Te in die p-dotierte Schicht bei der p-Dotierung mittels Stickstoff der $(N - V_{se})^{2+}$ -Komplex nicht stabil ist und sich deshalb nicht bildet. Aufgrund dieser Instabilität hat dieser Komplex daher keine Chance, in die aktive Schicht zu diffundieren und Dunkellinien-Defekte zu erzeugen.

[0022] Durch Einbringen von Te in die p-dotierte Schicht wird daher die Bildung der o. g. stabilen Komplexe anteilig reduziert, die Ausbildung von Dunkellinien-Defekten während des Betriebes des Halbleiterbauelementes wird dadurch weiter vermindert. Den optimalen Effekt erreicht man durch die größtmögliche Konzentration von Te in der p-dotierten Schicht, d. h. dann, wenn ein Element der n-dotierten Schicht in der p-dotierten Schicht vollkommen durch Te ausgetauscht wird.

[0023] Varianten dieser Ausbildungsförmen sind so ausgebildet, daß ihre p-dotierte Schicht das Element Be und/oder Cd enthalten. Durch Einbringen dieser Elemente in die p-dotierte Schicht werden ähnliche Effekte wie durch Einbringen von

Te erreicht.

[0024] In Kenntnis dieses Sachverhaltes sind weitere bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes so ausgebildet, daß die p-dotierte Schicht durch Übergitter, vorzugsweise der Kombinationen ZnMgSe/ZnTe

5 ZnMgSe/ZnMgTe

MgSe/ZnTe

gebildet wird.

[0025] Das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement läßt sich als spontan emittierende Leuchtdiode oder induziert emittierende Laserdiode ausbilden. Der oben beschriebene Aufbau aus p-dotierter Schicht, aktiver Schicht und n-dotierter Schicht ist für eine Leuchtdiode kennzeichnend. Bei Ausbildung des Halbleiterbauelementes als Laserdiode sind zusätzliche Schichten erforderlich, die sich der nachfolgenden Übersicht entnehmen lassen.

Schicht	Zusammen- Setzung	Dotierung in nm	Schichtdicke	Glitter- konstante
15 p-dotierte Deckschicht	p-ZnMgTeSe.	dotiert mit N	1000	≈ InP
20 Wellenleiterschicht	ZnMgCdSe		200	≈ InP
25 aktive Schicht	ZnCdSe	undotiert	2	< InP
Wellenleiterschicht	ZnMgCdSe		200	≈ InP
n-dotierte Deckschicht	n-ZnMgCdSe	dotiert mit Cl.	1000	= InP
30 Pufferschicht	n-ZnCdSe		20	= InP
Pufferschicht	n-GaInAs		50	≈ InP
Substrat	InP			= InP

[0026] Der Schichtaufbau weist zusätzlich zur p-dotierten Deckschicht, der n-dotierten Deckschicht und der dazwischen liegenden undotierten aktiven Schicht, zwei Wellenleiterschichten auf, welche die aktive Schicht einschließen, wobei deren Energieelastizität als ist die der Deckschicht und zwei Pufferschichten zwischen Substrat und p-dotierter Schicht. Die Wellenleiterschichten haben die Aufgabe, senkrecht zur Schichtebene für das in der aktiven Schicht erzeugte Licht Totalreflexion zu bewirken und damit den Austritt des Lichtes in diesen Richtungen zu verhindern. Die Pufferschichten hingegen haben die Aufgabe, elektrische oder kristallographische Probleme beim Übergang zwischen den verschiedenen Werkstoffen abzufangen.

[0027] Für den Laserbetrieb ist weiterhin erforderlich, daß die Stirnflächen der aktiven Schicht und ihrer benachbarten Schichten eine hohe optische Güte aufweisen. Der Diodenkörper bildet hierdurch einen optischen Resonator, in dem beim Anlegen eines Stroms, dessen Stärke die Schwellstromstärke überschreitet, Laserlicht erzeugt wird.

[0028] Aufbau und quantitative Zusammensetzung der aktiven Schicht haben wesentlichen Einfluß auf die Eigenschaften des emittierten Lichtes. Das Halbleiterbauelement gemäß der Erfindung läßt sich so ausbilden, daß verschiedene Ausbildungsformen jeweils Licht mit von einander verschiedenen Eigenschaften erzeugen.

[0029] Von besonderem Interesse ist die Frequenz bzw. Wellenlänge des emittierten Lichtes. Sie wird bestimmt durch die Energieelastizität zwischen Valenz- und Leitungsband (bzw. zwischen deren Subniveaus) der Quantentrotgruktur in der aktiven Schicht.

[0030] Bei Halbleiterbauelementen mit Quantentrot-Struktur läßt sich in gewissen Grenzen die Frequenz durch das Mischungsverhältnis der einzelnen Elemente der aktiven Schicht zu einander vorgeben. Durch das Mischungsverhältnis wird die Glitterkonstante festgelegt und hierdurch die Frequenz des emittierten Lichtes bestimmt.

[0031] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Halbleiterbauelementes ist die quantitative Zusammensetzung der einzelnen Schichten aus den genannten Elementen durch die folgenden Formeln gegeben. Es genügen Schichten mit den Elementen

ZnMgCdSe der Formel: $Zn_{(1-x-y)}Mg_xCd_ySe$ mit $0,4 \leq x \leq 0,6$ und $0,15 \leq y \leq 0,3$,

ZnMgSeTe der Formel: $Zn_{(1-x-y)}Mg_xSe_{(1-y)}Te_y$ mit $0,4 \leq x \leq 0,6$ und $0,15 \leq y \leq 0,3$,

55 ZnCdSe der Formel: $Zn_{(1-x)}Cd_xSe$ mit $0 \leq x \leq 0,5$.

[0032] Entsprechend der vorgegebenen Formel kann der Zn- und Cd-Anteil der aktiven Schicht in weiten Grenzen variiert und damit Licht unterschiedlicher Wellenlängen erzeugt werden.

[0033] Eine Variante der vorliegenden Ausführungsform ist so ausgebildet, daß die aktive Schicht einen hohen Anteil von Cd und dementsprechend einen niedrigen Anteil von Zn aufweist. Das von dieser Variante emittierte Licht liegt im grünen Spektralbereich. Bei einer weiteren Variante dagegen ist ein niedriger Anteil von Cd bzw. ein hoher Anteil von Zn in der aktiven Schicht vorgegeben. Diese Variante emittiert Licht im blauen Spektralbereich.

[0034] Als wesentlicher Vorteil des Halbleiterbauelementes gemäß der Erfindung ist anzusehen, daß durch Vorgabe entsprechender Mischungsverhältnisse bei der Herstellung die Wellenlänge des emittierten Lichtes auf beliebige Werte zwischen blau und grün eingestellt werden kann.

[0035] Die Intensität der vom Halbleiterbauelement erzeugten Strahlung wird durch die Stromstärke des angelegten Stromes bestimmt. Mit steigender Stromstärke nimmt die Intensität der Strahlung zu.

[0036] Aber auch durch konstruktive Vorgaben läßt sich die Intensität der von dem Halbleiterbauelement emittierten Strahlung variieren. Diese konstruktiven Vorgaben betreffen die Zahl der in der aktiven Schicht vorhandenen Quanten-

DE 100 24 924 A 1

tröge. Bei einer Variante des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes ist dementsprechend in der aktiven Schicht eine Struktur mit Mehrfach-Quantennirnträgern ausgebildet. Durch diese Struktur wird bei gleicher Stromstärke des von außen angelegten Stromes die Intensität des emittierten Lichtes erhöht.

[0037] Bei dem betrachteten Halbleiterbauelement sind neben den das eigentliche Halbleiterbauelement bildenden Schichten noch weitere Pufferschichten vorgesehen. Aufgabe dieser Schichten ist es, elektrische oder kristallographische Probleme beim Übergang zwischen den verschiedenen Werkstoffen abzufangen. 5

[0038] Eine Weiterbildung dieser Art weist zwischen Substrat und n-dotierter Deckschicht 2 weitere Schichten aus, welche durch n-GaInAs und n-ZnCdSe gebildet werden.

[0039] Probleme beim Übergang zwischen den verschiedenen Werkstoffen können auch dadurch abgefangen werden, daß sich innerhalb einer Schicht der Anteil eines oder mehrerer Elemente über die Schichtdicke kontinuierlich ändert. 10

[0040] Ein derartiger Aufbau wird bei der Stromzufuhr einer vorstehenden Variante des Halbleiterbauelementes gemäß vorliegender Erfindung angewandt. Die Zufuhr des elektrischen Stroms bei geschichteten Halbleiterbauelementen erfolgt i. d. R. quer zu den Schichten. Als Kontaktmaterial wird überwiegend Gold verwendet. Bringt man auf einer ZnSe enthaltenden, p-dotierten Schicht eine Goldschicht direkt auf, resultiert ein Kontakt mit relativ hohen Widerstand. Kontakt mit geringerem Widerstand und zudem nahezu linearer, d. h. ohmschen Strom-/Spannungsverlauf erhält man auf Schichten, welche ZnTe enthalten.

[0041] Bei der angesprochenen Variante ist daher auf der p-dotierten Schicht an der der aktiven Schicht abgewandten Seite eine weitere Schicht aufgebracht, innerhalb derer sich der Anteil von Se kontinuierlich verringert, der von Te dagegen kontinuierlich erhöht. Auf der Schichtoberfläche mit dem hohen Te-Anteil ist der Kontakt für die Stromzufuhr angebracht. 20

[0042] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung sind dem nachfolgenden Beschreibungsteil zu entnehmen. In diesem Teil wird ein Ausführungsbeispiel des Licht emittierendes Halbleiterbauelementes als Laserdiode beschrieben und anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0043] Die Zeichnungen zeigen:

[0044] Fig. 1 Energieniveauschema des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes

25

[0045] Fig. 2 Lebenszeit-Messungen

[0046] Fig. 1 zeigt den Verlauf dieser Energiedicke in den einzelnen Schichten des Halbleiterbauelementes. Im unteren Teil der Zeichnung sind die einzelnen Schichten des Halbleiterbauelementes angegeben. Sie umfassen eine

30

p-dotierte Deckschicht 1 aus ZnMgTeSe der Dicke 6

Wellenleiterschicht 2 aus ZnMgCdSe der Dicke 7

aktive Schicht 3 aus ZnCdSe der Dicke 8

Wellenleiterschicht 4 aus ZnMgCdSe der Dicke 9

n-dotierte Deckschicht 4 aus n-ZnMgCdSe der Dicke 10.

[0047] Im oberen Teil der Zeichnung ist die Valenzbandkante 11 und die Leitungsbandkante 12 innerhalb der einzelnen Schichten wiedergegeben. Die Energiedicke zwischen diesen beiden Kanten wird durch den Abstand 13 zwischen beiden Kurven wiedergegeben. 14 kennzeichnet die Energiedicke innerhalb der aktiven Schicht. Die Größe dieser Lücke ist ein Maß für die Frequenz der in der aktiven Schicht erzeugten Lichtstrahlung.

35

[0048] Wesentliches Merkmal der vorliegenden Erfindung ist die unsymmetrische Ausprägung des Verlaufs der beiden Bandkanten über die einzelnen Schichten. Diese Asymmetrie wird ersichtlich an den ungleichen Stufenhöhen 15 und 16 bzw. 15' und 16'. Ursache für diese Unsymmetrie ist der unsymmetrische, d. h. aus verschiedenen Elementen bestehende, Aufbau der p- und n-dotierten Schicht.

40

[0049] Halbleiterbauelemente entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigen eine hohe Lebensdauer. Messkurven hierzu sind in Fig. 2 wiedergegeben. Die erste Kurve 20 zeigt in Abhängigkeit der Zeit den Verlauf der Intensität der emittierten Strahlung bei einem Halbleiterbauelement nach dem Stand der Technik, das auf GaAs aufgebaut ist und dessen p-dotierte Schicht die Elemente ZnMgSSe enthält. Die zweite Kurve 21 gibt den entsprechenden Verlauf für ein Halbleiterbauelement entsprechend der Erfindung wieder, aufgebaut auf InP mit einer p-dotierten Schicht aus ZnMgTeSe. Randbedingungen für diese Messung sind:

Raumtemperatur, Dauerstrichbetrieb (d. h. kontinuierlich emittierendes Halbleiterelement), Stromdichte 50 A/cm². Man erkennt an beiden Messkurven unschwer, daß sich die Lebensdauer des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelementes um Größenordnungen von der der Halbleiterbauelementen nach dem Stand der Technik unterscheidet.

50

Patentansprüche

1. Licht emittierendes Halbleiterbauelement mit einer Anzahl von Schichten, die überwiegend aus Elementen der Gruppe II und VI des Periodensystems bestehen, auf einem Substrat, vorzugsweise aus InP, epitaktisch aufgebracht sind und eine p-dotierte Deckschicht und eine n-dotierte Deckschicht aufweisen, deren Gitterkonstanten der des Substrats entsprechen, und eine zwischen diesen beiden Schichten liegende undotierte aktive Schicht enthalten, welche in Zusammenwirkung mit ihren Nachbarschichten eine Quantentrog-Struktur bildet, dadurch gekennzeichnet, daß die Gitterkonstante der aktiven Schicht kleiner als die der Nachbarschichten ausgebildet ist.

55

2. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die p-dotierte Schicht aus den Elementen ZnMgSeTe, und/oder die n-dotierte Schicht aus den Elementen ZnMgCdSe und/oder die dazwischenliegende aktive Schicht aus den Elementen ZnCdSe gebildet wird.

60

3. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die p-dotierte Schicht Beimengungen von Be und/oder Cd enthält.

65

4. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die p-dotierte Schicht durch Übergitter, insbesondere der Kombinationen ZnMgSe/ZnTe

DE 100 24 924 A 1

ZnMgSe/ZnMgTe

MgSe/ZnTe

gebildet wird.

5. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 2-4, dadurch gekennzeichnet, daß

zwischen n-dotierter Schicht und aktiver Schicht
und/oder zwischen p-dotierter Schicht und aktiver Schicht je eine weitere aus den ZnMgCdSe-Verbindungen zusammengesetzte Schicht jedoch mit kleinerer Energielücke als die Deckschicht vorgesehen ist und das Halbleiterbauelement im Laserbetrieb betrieben wird.

6. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 2-5, dadurch gekennzeichnet, daß die quantitative Zusammensetzung der die Elemente ZnMgCdSe enthaltenden Schichten der Formel $Zn_{(1-x-y)}Mg_xCd_ySe$ genügt, mit $0,4 \leq x \leq 0,6$ und $0,15 \leq y \leq 0,3$ der die Elemente ZnMgSeB enthaltenden Schichten der Formel $Zn_{(1-x-y)}Mg_xSe_{(1-y)}Te_y$, mit $0,4 \leq x \leq 0,6$ und $0,15 \leq y \leq 0,3$,

15 der die Elemente ZnCdSe enthaltenden Schichten der Formel $Zn_{(1-x)}Cd_xSe$, mit $0 \leq x \leq 0,5$.

7. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung in der aktiven Schicht entweder einen hohen Anteil von Cd und einen niedrigen Anteil von Zn oder umgekehrt einen niedrigen Anteil von Cd und einen hohen Anteil von Zn aufweist.

8. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der aktiven Schicht eine Struktur mit Mehrfach-Quantensträngen ausgebildet ist.

9. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß zwischen n-dotierter Schicht und Substrat zwei weitere Schichten aus n-dotiertem ZnCdSe und n-dotiertem GaInAs vorgesehen sind.

10. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich innerhalb einer Schicht der Anteil eines oder mehrerer Elemente über die Schichtdicke kontinuierlich ändert.

11. Licht emittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in einer auf der p-dotierten Deckschicht aufgebrachten weiteren Schicht sich der Anteil von Se über die Schichtdicke kontinuierlich vermindert, der von Te dagegen kontinuierlich erhöht.

30 Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

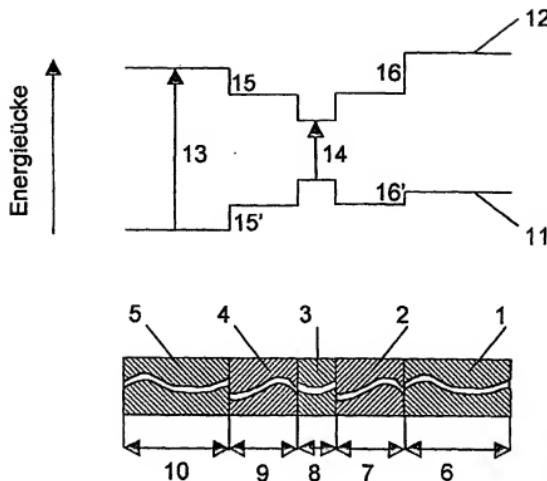


Fig. 1

Fig.2

